

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-120243

(43)公開日 平成5年(1993)5月18日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 6 F 15/16

識別記号

3 8 0 Z 9190-5L

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21)出願番号 特願平3-285160

(22)出願日 平成3年(1991)10月30日

(71)出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72)発明者 井上 一男

東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会

社東芝青梅工場内

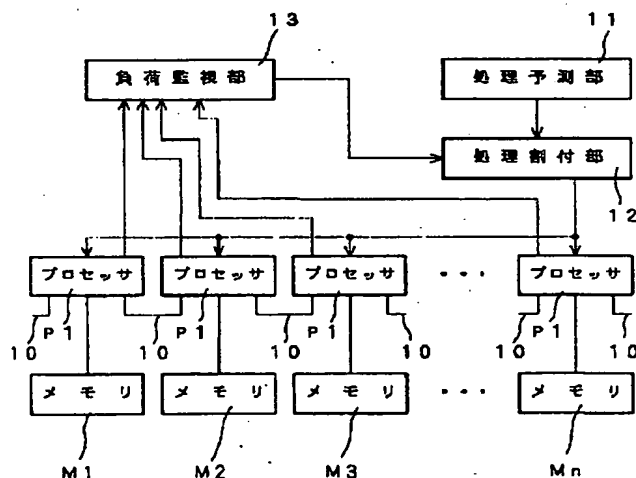
(74)代理人 弁理士 須山 佐一 (外1名)

(54)【発明の名称】 並列コンピュータシステムのスケジューリング装置

(57)【要約】

【目的】 動的スケジューリングにおける割り付け変更の高効率化を図ることを目的とする。

【構成】 処理の内容を解析して各プロセッサP1～Pnへの割り付け変更が行われるであろう処理を予測する処理予測部11と、各プロセッサP1～Pnの負荷状況およびプロセッサ間でのデータの受渡状況を監視する負荷監視部13と、処理予測部11により割り付け変更されるものとして予測された処理を割り付けたプロセッサの周囲に極力空きが確保されるよう各プロセッサP1～Pnへの処理の割り付けを行うと共に、負荷監視部13の監視結果に基づき処理効率が最適化されるよう各プロセッサP1～Pnへの処理の再割り付けを行う処理割付部12とを有している。



Best Available Copy

1

**【特許請求の範囲】**

**【請求項1】** 複数のプロセッサを通信経路を介しそれぞれ結合してなる並列コンピュータシステムにおいて、実行する処理の内容を解析して前記各プロセッサへの割り付け変更が行われるであろう処理を予測する予測手段と、前記各プロセッサの負荷状況および前記プロセッサ間でのデータの受渡状況を監視する監視手段と、前記予測手段により割り付け変更されるものと予測された処理を割り付けたプロセッサと近接するもの以外のプロセッサに優先的に処理の割り付けを行うと共に、前記監視手段の監視結果に基づき処理効率が最適化されるよう前記各プロセッサへの処理の割り付け変更を行う割付手段とを具備することを特徴とする並列コンピュータシステムのスケジューリング装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【産業上の利用分野】** 本発明は、動的なスケジューリングを行う並列コンピュータシステムのスケジューリング装置に関する。

**【0002】**

**【従来の技術】** 図4および図5に示すように、複数のプロセッサを直列状あるいは網状に接続し、それぞれのプロセッサを並列に動作させることが可能な並列コンピュータシステムでは、どのプロセッサにどの処理を割り付けるかを定める“処理のスケジューリング”が処理能力を左右する大きな要素となる。

**【0003】** この処理のスケジューリングには静的方法と動的方法がある。静的方法は、処理を実行する前に負荷を予測して最も効率が高くなるようにプロセッサに処理を割り付け、以降割り付けを変更しない方法である。これに対し動的な方法は、各プロセッサの負荷状況やデータの受渡状況などに応じて途中で処理の割り付けを変更する方法である。

**【0004】** この動的なスケジューリングを次に説明する。図6に示すように、動的なスケジューリングでは、あるプロセッサP1の処理負荷が増加したとき、一つの処理を分割してこれらを複数のプロセッサP1、P2に割り付け直すことを行う。このとき、新たに処理を割り付けるプロセッサP2は元のプロセッサP1に近接した（中継無し）ものを選択することが望ましい。これは、仮に図4においてP1とP3のプロセッサに処理を割り付けたとすると、これらのプロセッサP1、P3間でデータの受け渡しを行うときプロセッサP2はその中継役としてのみ働き、この間このプロセッサP2は他のプロセッサと通信できなくなるためである。

**【0005】** また図7に示すように、動的なスケジューリングでは、離れたプロセッサP1、Pn間でデータの受け渡しが増加した場合に、近接したプロセッサP1、P2に処理を割り付け直すことも行っている。こうした

2

データの受け渡しの増加に基づく処理の再割り付けは、データを受け渡す相手が頻繁に変わるような処理を行うときに多い。

**【0006】** しかしながら、このような並列コンピュータシステムのスケジューリング方式では、処理の割り付け変更時において、変更前のプロセッサの周囲に常に空き（未使用のプロセッサ）が残っているという保証がなく、もし空きが存在しない場合、割り付け変更する処理をすべて新しいプロセッサに割り付け直す必要が生じるという問題があった。

**【0007】**

**【発明が解決しようとする課題】** 本発明はこのような課題を解決するためのもので、動的スケジューリングにおける処理の割り付け変更時に、変更前のプロセッサの周囲に空きがなくなっているといった事態の発生を極力抑さえ、処理の割り付け変更の効率化を図ることのできる並列コンピュータシステムのスケジューリング装置の提供を目的としている。

**【0008】**

**【課題を解決するための手段】** 本発明の並列コンピュータシステムのスケジューリング装置は上記した目的を達成するために、複数のプロセッサを通信経路を介しそれぞれ結合してなる並列コンピュータシステムにおいて、実行する処理の内容を解析して前記各プロセッサへの割り付け変更が行われるであろう処理を予測する予測手段と、前記各プロセッサの負荷状況および前記プロセッサ間でのデータの受渡状況を監視する監視手段と、前記予測手段により割り付け変更されるものと予測された処理を割り付けたプロセッサと近接するもの以外のプロセッサに優先的に処理の割り付けを行うと共に、前記監視手段の監視結果に基づき処理効率が最適化されるよう前記各プロセッサへの処理の割り付け変更を行う割付手段とを具備している。

**【0009】**

**【作用】** 本発明では、まず予測手段にて処理の内容を解析して、各プロセッサへの割り付けが変更されるであろう処理を予測する。割付手段は、割り付け変更されるものと予測された処理を割り付けたプロセッサと近接するもの以外のプロセッサに優先的に処理の割り付けを行う。つまり割付手段は、割り付け変更予測された処理を割り付けたプロセッサの周囲に極力空きができるよう処理の割り付けを行う。この後、監視手段により例えば負荷の一極集中あるいはプロセッサ間でのデータの受渡回数の増加が検出されたとき、割付手段は処理効率が最適化されるよう各プロセッサへの処理の割り付け変更を行う。

**【0010】** したがって、この発明によれば、割り付け変更予測された処理を割り付けたプロセッサの周囲に未使用のプロセッサを極力確保することができるので、割り付け変更時、変更前のプロセッサの周囲に空きのプロ

3

セッサが残っていないといった事態を最小限に押さえて、割り付け変更の高効率化を図ることができる。

【0011】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。

【0012】図1は本発明の一実施例の並列コンピュータシステムのスケジューリング装置の構成を説明するためのブロック図である。同図において、P1～Pnは通信経路10を介してそれぞれ接続された複数のプロセッサ、M1～Mnは各プロセッサP1～Pnに接続されたメモリである。また11は処理予測部である。この処理予測部11は、システムにおいて実行する処理の内容を解析して、処理途中での負荷の増大によって必要プロセッサ数が増加する処理や、データの受渡相手の変更などによってプロセッサ間でのデータの受け渡しが増加する処理など、将来各プロセッサP1～Pnへの割り付けが変更されるであろう処理を予測するものである。また12は例えばグラフ理論、線形計画法などの数学的手法を用いて各プロセッサP1～Pnへの処理の割り付けを行う処理割付部である。この処理割付部12は、処理予測部11にて割り付け変更予測された処理を割り付けたプロセッサと近接するもの以外のプロセッサに優先的に処理の割り付けを行うことで、その予測処理を割り付けたプロセッサの周囲に極力空き（未使用のプロセッサ）を確保するように割り付けを行うようになっている。また処理割付部12は、後述する負荷監視部13からの指令に応じて、システム全体の処理効率が最適化されるよう各プロセッサP1～Pnへの処理の再割り付け（割り付け変更）を行うようになっている。さらに13は各プロセッサP1～Pnの負荷状況を監視すると共にプロセッサ間でのデータの受渡状況を監視する負荷監視部である。この負荷監視部13は、負荷の一極集中あるいは離れたプロセッサ間でのデータの受け渡しの増加を所定の判定基準に従って判断し、処理割付部12に処理の割り付けの変更を指示するようになっている。

【0013】次に本実施例の動作を説明する。

【0014】まず処理予測部11は、これから各プロセッサP1～Pnへの割り付けを行おうとする処理の内容を解析して、この処理が将来割り付け変更されるものであるかどうかを予測判断し、その結果を処理割付部12に通知する。

【0015】割り付け変更されるものと予測された場合、処理割付部12は、現在の各プロセッサP1～Pnの使用状況を調べ、周囲に空きができるような位置のプロセッサを見付け出し、このプロセッサに処理を割り付ける。

【0016】例えば、図2に示すように、P1、P2、P6、P8、P9の各プロセッサが使用中のとき、新たに一つのプロセッサに処理を割り付けようとする場合P4のプロセッサに処理が割り付けられる（P3とP5の

4

各プロセッサは空き状態）。なお、この割り付けにおいて、周囲すべてのプロセッサが空き状態であるようなプロセッサが存在しない場合は、近接したいずれかのプロセッサが空き状態であるような位置のプロセッサが選択される。

【0017】その後の処理の割り付けでは、処理割付部12は、割り付け変更予測された処理を割り付けたプロセッサの周囲を極力避けて（近接したもの以外のプロセッサから優先的に選択して）、処理の割り付けを行う。例えば、図2の例においては、P7のプロセッサに処理を割り付ける。このようにして処理の割り付けを行い、もし割り付け変更予測された処理を割り付けたプロセッサと近接したもの以外のプロセッサがすべて処理の割り付けで埋め尽くされたなら、次の処理の割り付けでは、割り付け変更予測された処理を割り付けたプロセッサの周囲のプロセッサに処理を割り付ける。

【0018】一方、負荷監視部13は、各プロセッサP1～Pnでの処理実行の間、各プロセッサP1～Pnの負荷状況とプロセッサ間でのデータの受渡状況を監視している。そして負荷監視部13は所定の判定基準を基に、あるプロセッサに負荷が集中したこと、あるいは離れたプロセッサ間でのデータの受け渡しが増加したことを判断すると、処理割付部12に処理の割り付け変更を指示する。例えば、図2の例において、P4のプロセッサに負荷が集中した場合、処理割付部12は、P4のプロセッサで実行中の処理を、P3とP4あるいはP4とP5の各プロセッサに割り付け直す。

【0019】また図3に示すように、その後、P4のプロセッサのデータの受渡相手が例えばP5のプロセッサからP8のプロセッサに変更された場合、負荷監視部13は離れたプロセッサ間でのデータの受け渡しが増加したことを判断し、処理割付部12に割り付け変更を指示する。これにより処理割付部12は、処理をP3とP4あるいはP4とP5の各プロセッサに割り付け直す。

【0020】このように、本実施例の並列コンピュータシステムのスケジューリング装置によれば、将来割り付け変更が行われるであろう処理を予測し、この処理を割り付けたプロセッサの周囲に極力空きができるよう処理の割り付けを行うことにより、割り付け変更時、変更前のプロセッサの周囲に未使用のプロセッサが残っていないといった事態の発生を低減でき、割り付け変更に必要な負荷を最小限に押さえることができる。

【0021】

【発明の効果】以上説明したように本発明の並列コンピュータシステムのスケジューリング装置によれば、割り付け変更されるであろう処理を予測し、この処理を割り付けたプロセッサの周囲に空きができるよう処理の割り付けを行うことにより、割り付け変更時、変更前のプロセッサの周囲に空きのプロセッサが残っていないといった事態を最小限に押さえて、割り付け変更の高効率化を

5

図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例の並列コンピュータシステムのスケジューリング装置の構成を説明するためのブロック図である。

【図 2】図 1 のスケジューリング装置による処理の割り付けおよび割り付け変更の動作を説明するための図である。

【図 3】図 1 のスケジューリング装置によるデータ受渡相手が変更した後の処理の割り付け変更の動作を説明する

【図 4】並列コンピュータシステムにおける各プロセッ \*

6

\*サの接続例を示すブロック図である。

【図 5】並列コンピュータシステムにおけるその他の各プロセッサの接続例を示すブロック図である。

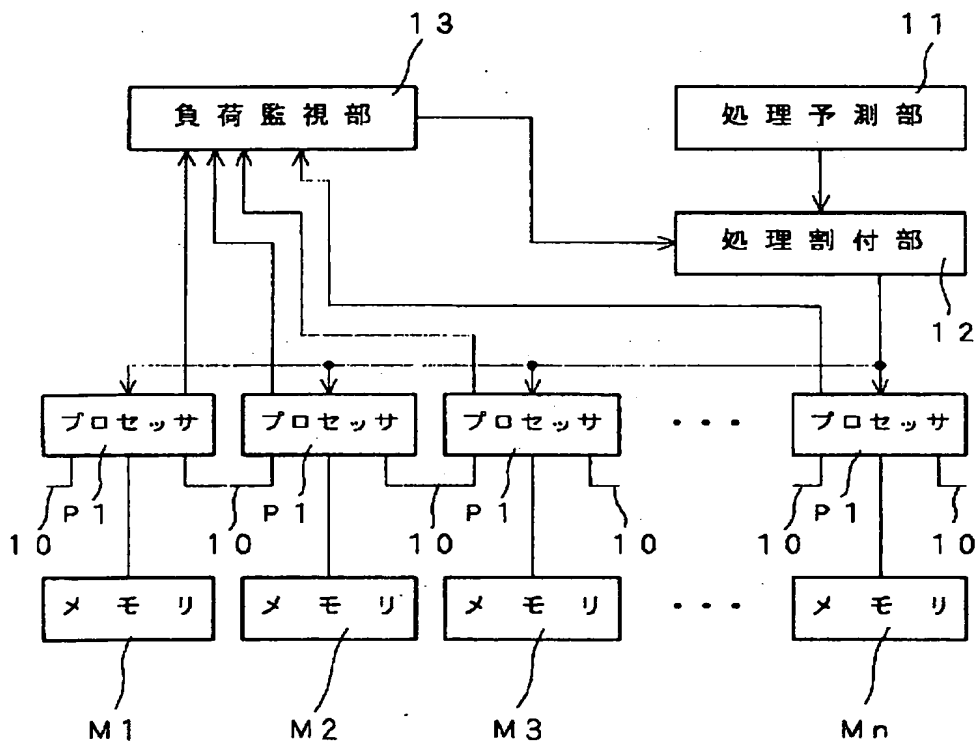
【図 6】従来の動的スケジューリング方式による処理の割り付け変更を説明するための図である。

【図 7】従来の動的スケジューリング方式によるその他の処理の割り付け変更を説明するための図である。

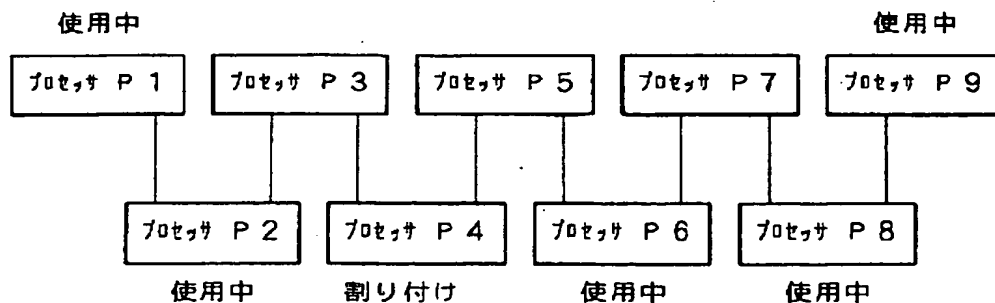
【符号の説明】

P 1 ~ P n … プロセッサ、M 1 ~ M n … メモリ、1 0 … 通信経路、1 1 … 処理予測部、1 2 … 処理割付部、1 3 … 負荷監視部。

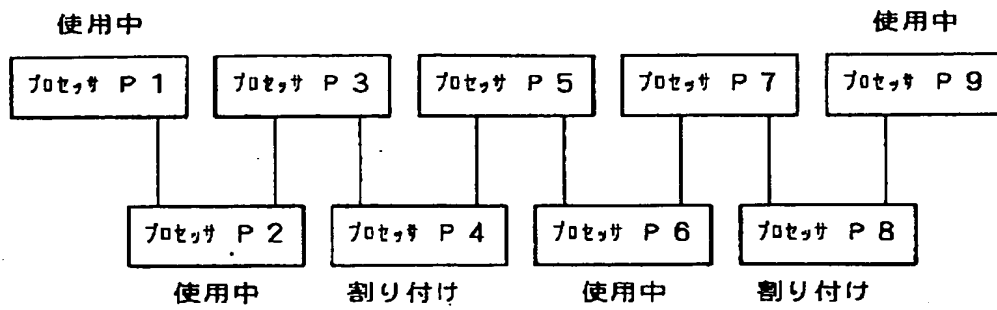
【図 1】



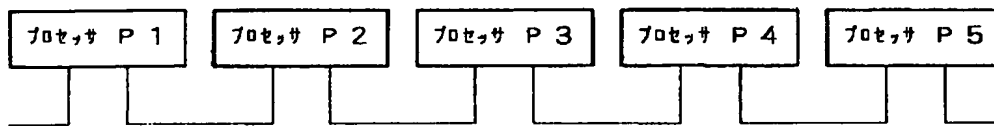
【図 2】



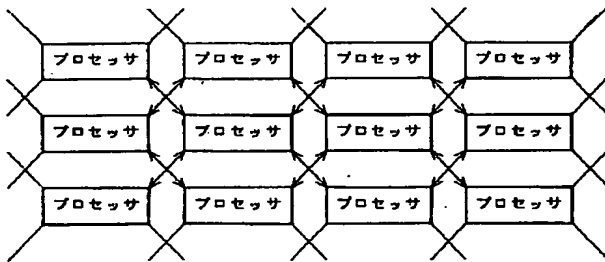
【図3】



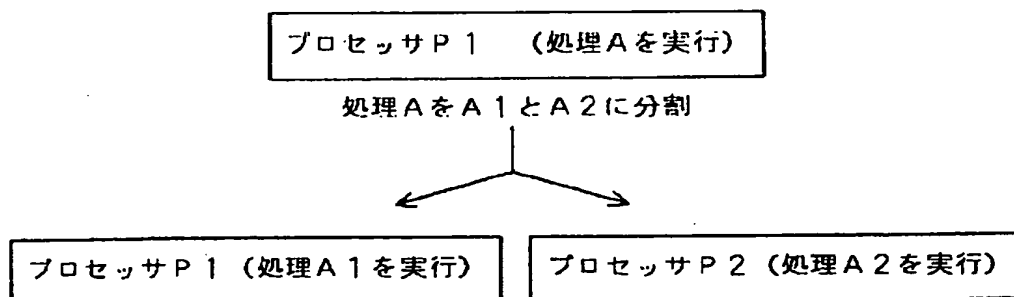
【図4】



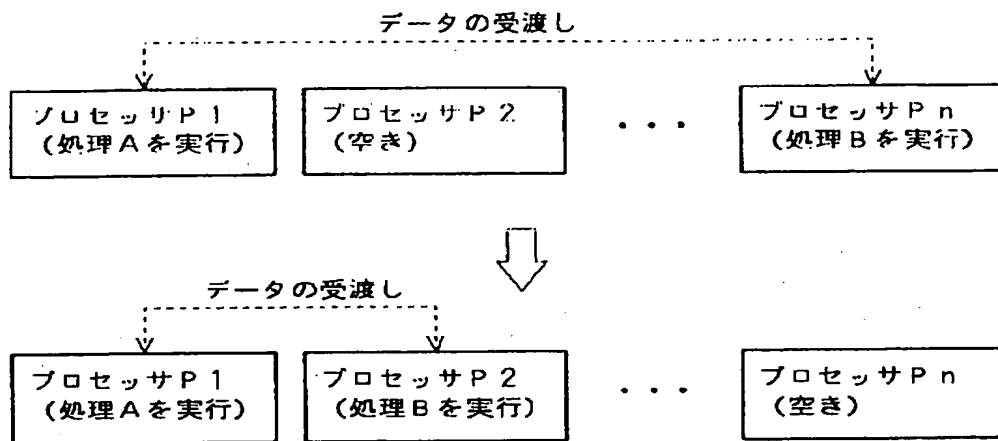
【図5】



【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**